

ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA MORT DE ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ A LAS CENTRALES NUCLEARES ESPAÑOLAS

La metodología MORT es un procedimiento analítico en el que se estudian pormenorizadamente las tareas y procesos de una organización para valorar la gestión efectiva de sus riesgos, permitiendo así identificar las causas raíces de cualquier accidente y, de esta forma, evitar su recurrencia mediante la aplicación de medidas correctoras.

En el marco de la cátedra Goded de colaboración entre la ETSII-UPM y el CSN, se ha desarrollado una adaptación de la metodología MORT al escenario español. Para ello, se ha llevado a cabo una comparación de las distintas versiones existentes del manual de usuario de MORT para, posteriormente, adaptarlo y elaborar uno propio con el fin de incorporar la terminología y procesos propios, y facilitar así su uso y aplicación en las centrales nucleares españolas.

PERSPECTIVA HISTÓRICA

La metodología MORT (*Management Oversight and Risk Tree*) es una metodología exhaustiva para identificar las causas raíces de los accidentes, cuyo conjunto completo es recogido en un diagrama con estructura de árbol de fallos. Proporciona una técnica minuciosa para la investigación de accidentes y, además, permite analizar los programas de seguridad de la industria.

MORT establece de forma ordenada las causas raíces del accidente, pero también sirve como forma de profundizar en el análisis de sistemas para adecuar los elementos de control y seguridad de cara al futuro y prevenir así posibles incidentes o accidentes.

Esta metodología es una expresión lógica de las funciones necesarias en una organización para poder gestionar los riesgos de manera efectiva. MORT es reflejo de una filosofía integral, es decir, hace más efectiva la gestión de la seguridad, e integra la parte administrativa y la de control de operación.

Esta herramienta de trabajo para el análisis de accidentes no es una metodología nueva y sin contraste. Se ha ido desarrollando y mejorando durante muchos años, represen-

tando una síntesis de los mejores elementos y conceptos de los programas de seguridad, y del estado del arte de las técnicas de análisis de accidentes e incidentes.

Antes de 1970, tal y como se explica en la referencia [1], la Administración de Investigación y Desarrollo de la Energía (*Energy Research and Development Administration – ERDA*) no tenía un programa de seguridad como tal. Sin embargo, sí existía el deseo de mejorar el desarrollo de la inversión de activos en pro de la seguridad, y así es como fueron emergiendo, poco a poco, conceptos como el de análisis de sistemas, causa de accidentes, factores humanos, reducción de errores y medidas del desarrollo de la seguridad. Todo ello sugería la necesidad de desarrollar un mayor control sobre las amenazas y peligros a los que se veía sometida la industria, y en especial, el sector nuclear.

Durante esa época, ERDA, predecesor del actual Departamento de Energía de los Estados Unidos (*Department of Energy – DOE*), comenzó un estudio llevado a cabo por W.G. Johnson (director general del Consejo Nacional de Seguridad en Estados Unidos, retirado en 1992). De esta manera, en 1970, la publicación *New approaches to safety industry*



VIOLETA SOLANO UDINA

Departamento de Seguridad y Fiabilidad de Belcan para motores de Rolls-Royce. Máster de Ciencia y Tecnología Nuclear por la UPM.



RODOLFO ISASIA GONZÁLEZ

Área de Modelos y Simulación del CSN. Jefe de Área de Experiencia Operativa del CSN durante 15 años. Instructor PWR en Tecnatom.

ADAPTATION OF THE MORT ROOT CAUSE ANALYSIS METHODOLOGY TO THE SPANISH NPPs

The MORT methodology is an analytical procedure in which the tasks and processes of an organization are studied in detail to assess the effective management of their risks, thus allowing to identify the root causes of any accident and in this way avoid its recurrence through the application of measures corrective

In the framework of the Goded cathedra of collaboration between ETSII-UPM and the CSN, an adaptation of the MORT methodology to the Spanish scenario has been developed. For this, a comparison of the different existing versions of the MORT user manual has been carried out, to subsequently adapt it and create its own in order to incorporate its own terminology and processes, and thus facilitate its use and application in the Spanish nuclear power plants.

Key words: MORT, Management Oversight and Risk Tree, MORT Analysis, MORT Adaptation, Root Cause Analysis, Accident Investigation.

[2], escrito por W.G. Johnson, recoge principios de seguridad de los ámbitos militar, aeroespacial, de energía nuclear, y muestra cómo aplicarlos a la industria.

La primera publicación de MORT se realizó en 1971. En ella se mostraban los factores clave de la metodología: el diagrama MORT o "árbol lógico" presenta de forma ordenada, esquemática y sistemática todas las barre-

ras que constituyen los sistemas de seguridad para evitar la ocurrencia y progresión de un accidente.

Tres años más tarde, en 1973, se realiza la segunda publicación del programa MORT bajo el título *MORT: the Management Oversight & Risk Tree* [3]. Se trata de una propuesta para formular un concepto comprensible de los sistemas por cuyo fallo se producen los accidentes y de su control.

El programa MORT se aplicó a un amplio espectro de riesgos, incluyendo incendios, enfermedades profesionales, peligros radiológicos y criticidad nuclear. El análisis de estos riesgos en diversos sectores, desde el transporte aéreo y por carretera, hasta instalaciones fijas y minas, permitió al programa capturar visiones diferentes y descubrir técnicas y principios generales.

MORT fue desarrollado, ya como herramienta de trabajo, por DOE, y

publicado en 1992 (Figura 1). Los numerosos conceptos de un sistema de seguridad y elementos de un programa Estado del Arte de seguridad, se sintetizan para desarrollar un "MORT programado", presentado con gran detalle en el manual de usuario de MORT [1]. Conceptos innovadores como el rol de la secuencia del flujo de energía no deseado, barreras para evitar dichos flujos de energía, errores, cambios y riesgos, se relacionan sistemáticamente junto con las ciencias del comportamiento, de la organización y analíticas.

Por tanto, la metodología que ofrece MORT, es la de un árbol lógico, que relaciona e integra de forma sistemática una amplia variedad de conceptos de seguridad. El diagrama establece de forma ordenada todos los posibles factores de causa del accidente, proporcionando al usuario una técnica minuciosa y exhaustiva de investigación de accidentes e incidentes. También se puede utilizar para profundizar en el análisis de sistemas para adecuar los elementos de control y seguridad de cara al futuro y prevenir así posibles incidentes o accidentes.

Posteriormente, en el año 2002, *The Noordwijk Risk Initiative Foundation* (NRI) publica otro manual de usuario *NRI MORT User's Manual* [4]. La versión ofrecida en el Manual de DOE no se ajustaba a sus necesidades, ya que hacía referencia a documentos y

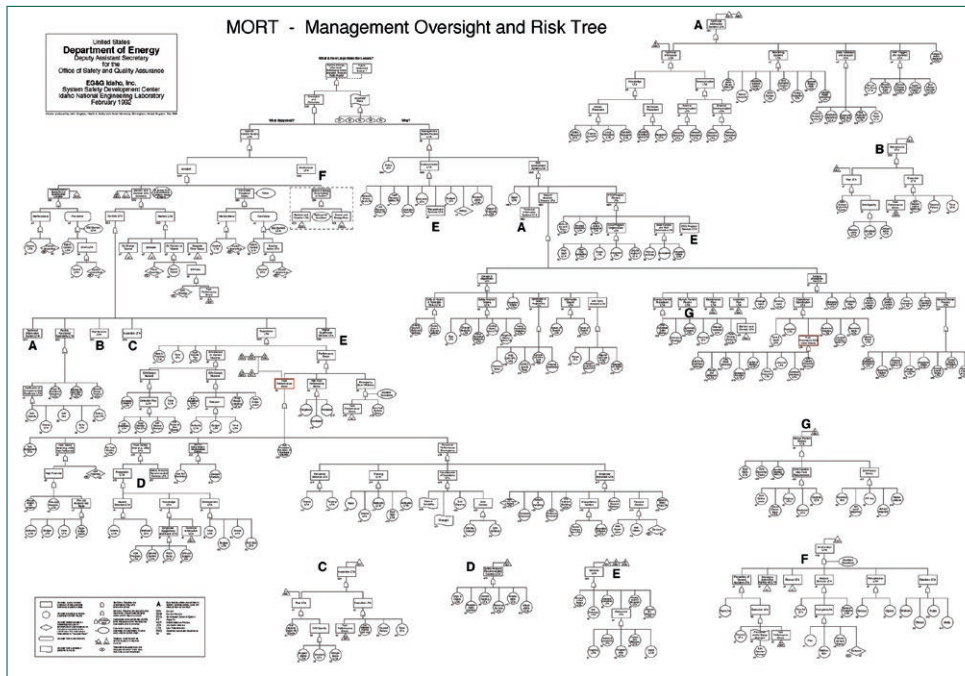


Figura 1. Diagrama de MORT de DOE (1992) [1]

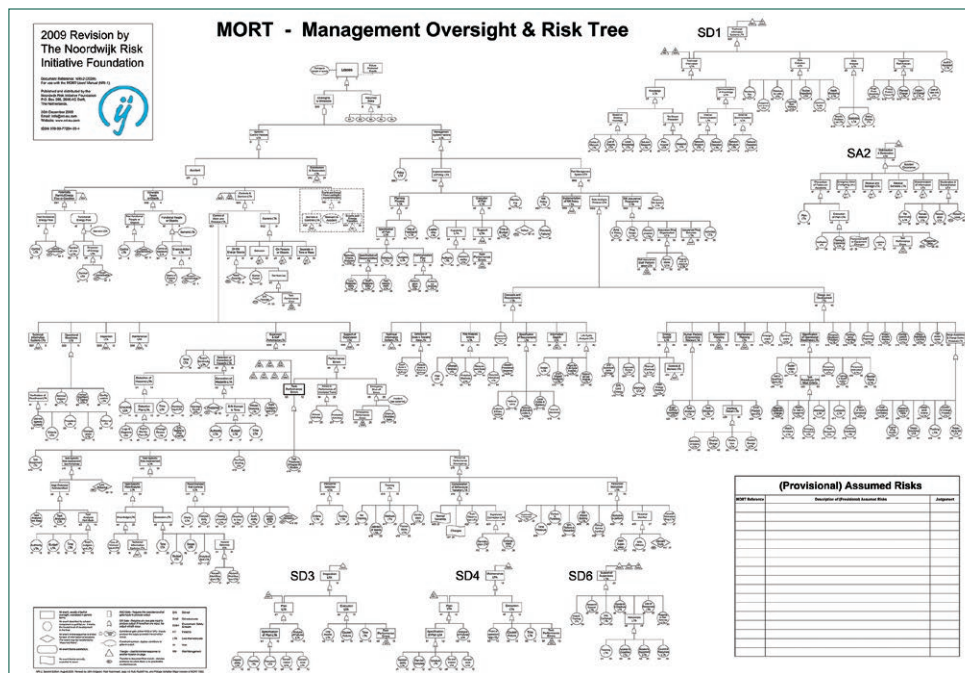


Figura 2. Diagrama de MORT de NRI (2009) [5].

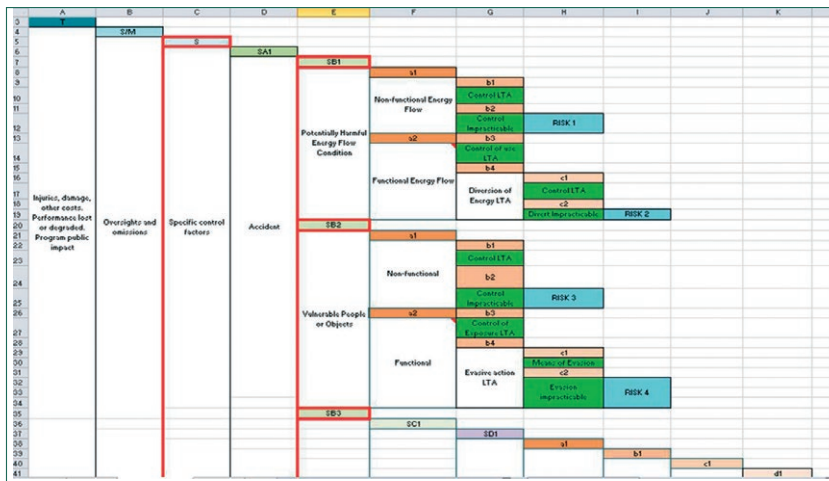


Figura 3. Muestra del Excel creado para la comparación inicial.

organizaciones que eran relativamente desconocidas para las personas que no formaban parte del público para el que estaba escrito. Además, el manual ya tenía diez años de antigüedad. El uso de un estilo del lenguaje más general, comprensible y libre de referencias a documentos no accesibles, hizo a esta nueva guía más práctica. Por tanto, esta versión revisó el manual de DOE manteniéndose cerca de la estructura de la revisión de 1992 de MORT y de las intenciones del texto original. En el año 2009, se llevó a cabo una segunda versión por la NRI [5], para traducirlo al holandés (Figura 2). Además, se revisó de nuevo el manual con el fin de considerar cambios estructurales y reformular algunas preguntas del mismo. Este documento, es, por tanto, el más actualizado del que se dispone hasta la fecha.

APROXIMACIÓN ESPAÑOLA

MORT se ha consolidado internacionalmente como una de las herramientas más potentes con las que se cuenta para la determinación de las causas raíces de los incidentes en centrales nucleares, hasta el punto de ser la metodología empleada en el caso de incidentes graves según la escala INES.

En España esta metodología ha sido aplicada, tanto por las centrales nucleares como por el CSN, a incidentes ocurridos en nuestro país. Como ejemplos, la primera aplicación de MORT por parte del CSN se realizó en el año 1998 con el suceso de la central nuclear de Cofrentes de *Scram por pérdida de vacío del condensador con fallo señal aislamiento de las MSIV*. En el año 2004, en el incidente de rotura del EF en Vandellós II, el CSN

realizó una investigación profunda del suceso, y posteriormente el titular de Vandellós II analizó aspectos del incidente y otros sucesos relacionados con MORT. También en 2007 el titular de Ascó y el CSN utilizaron MORT para su investigación del suceso de emisión de partículas al exterior.

Este trabajo de propuesta de adaptación a la realidad de la industria nuclear española surge de la necesidad de contar con una herramienta propia de análisis de accidentes. Aunque MORT haya sido aplicado en España, se han encontrado dificultades de interpretación de conceptos y de adaptación a los esquemas organizativos. Ya de por sí, MORT es una herramienta de aplicación ardua y extremadamente compleja, se veía necesario reducir al máximo las dificultades de comprensión y adaptación. Por ese motivo, se hace evidente la necesidad de un instrumento con procesos y lenguaje propios y normalizados, que logre reducir el esfuerzo empleado en la aplicación de la metodología MORT.

El objetivo final de este proyecto ha sido la elaboración de un manual de usuario específico en castellano, además de un árbol lógico para facilitar el uso y aplicación del manual, ambos adaptados a las características propias del ámbito nuclear en España, y de aplicación en todas las centrales nucleares españolas, con una fácil extrapolación a cualquier accidente ocurrido en otras industrias distintas a la nuclear. Esta herramienta propia podrá ser de aplicación directa en la investigación de accidentes e incidentes, además de poder ser utilizada como guía en inspecciones por parte del regulador.

CÓMO SE HA HECHO Y QUÉ SE HA CONSEGUIDO

Este análisis se ha llevado a cabo teniendo en cuenta las distintas versiones públicas más actualizadas de DOE y NRI. Se han comparado y analizado ambas versiones, tanto los manuales de usuario como los diagramas de árbol. El resultado de dicho análisis se plasma en forma de manual de usuario en castellano, y su respectivo diagrama.

Los puntos clave en la elaboración de este manual han sido:

- **Comparación detallada de ramas y sucesos básicos.** Se generó un fichero Excel con la finalidad de visualizar de forma rápida las principales diferencias de las distintas versiones de MORT, siendo un apoyo imprescindible para posteriores etapas del estudio (Figura 3).
- **Interpretación de los manuales.** Se estudiaron los sucesos de ambos manuales para determinar si hacían referencia a los mismos aspectos a aplicar en el análisis.
- **Definiciones de MORT para el caso español.** Estas definiciones están estrechamente relacionadas con la toma continua de decisiones y realimentaciones que se han realizado durante la elaboración del proyecto, en el cual se han tenido que seleccionar qué sucesos son más apropiados, completos y adecuados en cada situación y área del análisis.
- **Elaboración de una versión de MORT con su manual de usuario y diagrama.** Se finalizó una herramienta clara y útil para aplicación práctica en la investigación de accidentes.

Como resultado final, se ha desarrollado una herramienta útil y exhaustiva para el análisis de accidentes e incidentes, de aplicación en diferentes industrias, entre ellas la nuclear. Se trata de un instrumento propio con procesos y lenguaje también propios y normalizados, logrando reducir notablemente el esfuerzo empleado en la aplicación de una metodología tan compleja como es la metodología MORT, ya que se trata de un documento en castellano, evitando ambigüedades dialécticas, y con formato sencillo e intuitivo.

Este documento se ha desarrollado en todo momento desde el punto de vista del regulador, y por ello destaca como potencial herramienta de análisis del estado de seguridad de las centrales nucleares y su inspección. Proporcionará una guía a la hora de inspeccionar una central y no pasar por alto ningún aspecto

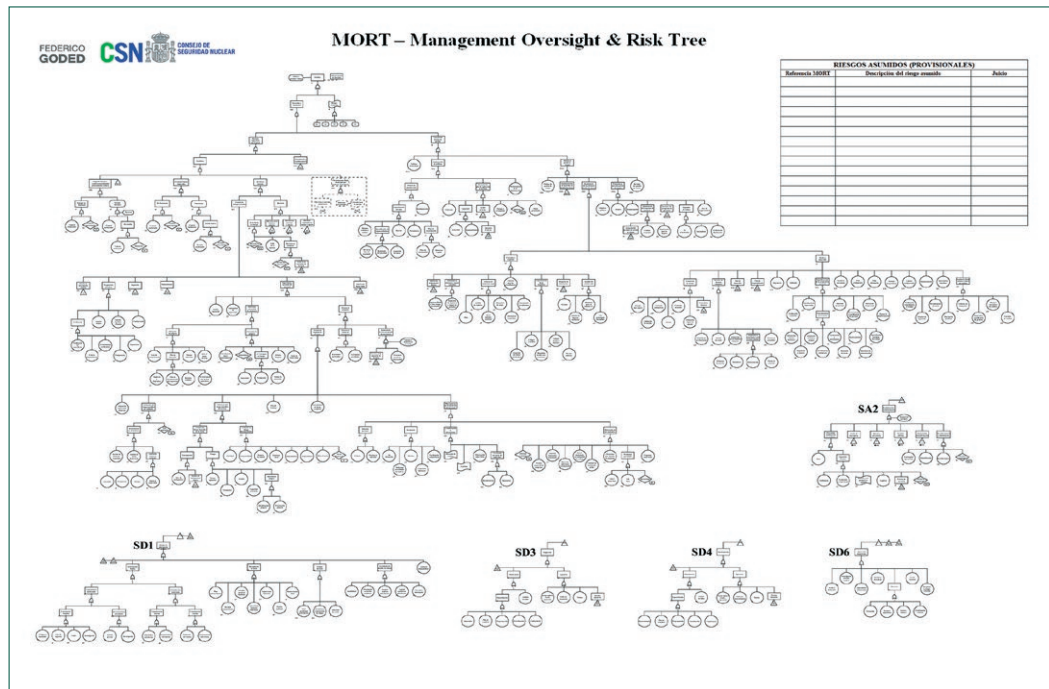


Figura 4. Diagrama de MORT adaptado.

de la misma. Sin embargo, para que el análisis sea fiable y eficaz, se debe asegurar la total independencia de quien lo aplica.

Es importante tener en cuenta que este documento es un elemento vivo, es decir, se trata de un proceso iterativo: conforme se le dé uso, se descubrirán posibles carencias y aspectos de mejora que deberán revertir en nuevas versiones. Debe ser un proceso de retroalimentación para llegar a perfeccionar y obtener una versión que represente, lo más fielmente posible, el estado del arte en cuanto a la seguridad de las centrales nucleares españolas.

FUTURAS MEJORAS Y PASOS A SEGUIR

La principal contribución de este proyecto es que representa el primer paso para el desarrollo de una herramienta útil y adaptada a las necesidades de la investigación de incidentes en las centrales nucleares españolas.

La posibilidad de agregar más detalle, basándose en la experiencia y el uso y, por tanto, mejorar los resultados obtenidos en este proyecto, debe lograrse en el futuro para aumentar la eficacia y utilidad del manual.

Actualmente, se quiere trabajar en la idea del desarrollo y mejora de esta herramienta mediante la validación del manual de usuario y diagrama, utilizándolos en la investigación de incidentes reales de cierta envergadura de instalaciones españolas. De esta forma se conseguirá verificar que con esta herramienta se puede desarrollar un estudio completo de un accidente o incidente real, de forma correcta y eficaz.

Como se ha dicho anteriormente, permitirá realizar un proceso de retroalimentación o *feedback*, en el cual se descubrirán defectos, aspectos de mejora o posibles incorporaciones. El objetivo de la validación es asegurar que se trata de una herramienta de análisis de accidentes completa y que cubre todas las necesidades posibles para concluir de modo satisfactorio dicho análisis.

La adaptación de la metodología MORT se ha desarrollado en formato papel. Sin embargo, las herramientas y aplicaciones electrónicas se han convertido, hoy en día, en un imprescindible. La siguiente etapa en el camino de modernizar y facilitar el uso de esta herramienta, sería el desarrollo de una aplicación en la que se guiase al investigador a lo largo del manual y se le facilitase un soporte donde poder ordenar, sintetizar y agrupar toda la información recogida durante la investigación y entrevistas con el personal. Se trataría de un paso futuro muy interesante a llevar a cabo, ya que con un único ordenador o dispositivo móvil se podría estudiar sistemáticamente un accidente o incidente, sin necesidad de manejar la engorrosa sábana del diagrama de MORT.

CONCLUSIONES

Como conclusión, se ha desarrollado una adaptación de la metodología MORT de investigación de accidentes, obteniendo un manual de usuario y correspondiente diagrama

adaptado a España (Figura 4. Diagrama de MORT adaptado). Se trata de una herramienta útil que tiene en cuenta todos los aspectos relacionados con la seguridad de las centrales, desde los aspectos más técnicos, hasta los administrativos, teniendo en cuenta en todo momento el factor humano y organizativo. Esta herramienta debe considerarse como una ayuda para mejorar aspectos de seguridad deficientes, y de esta forma prevenir posibles incidentes en el futuro.

Si bien es cierto que es posible que surjan mejoras a incluir en el manual adaptado, se trata de un primer paso para converger hacia la herramienta perfecta de análisis de accidentes en el panorama español, de aplicación particular para centrales nucleares, y con extrapolación a cualquier otro tipo de industria. ■

- [1] U. S. Department of Energy, Mort User's Manual.
- [2] W. Johnson, «New approaches to Safety in Industry..» 1970.
- [3] U. A. E. Commission, SAN 821-2. The Management Oversight and Risk Tree - MORT.
- [4] The Noordwijk Risk Initiative Foundation, NRI MORT User's Manual, 2002.
- [5] The Noordwijk Risk Initiative Foundation, NRI MORT User's Manual, 2009.